

P/2238-33

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc879 U.S. PTO

10/003653



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月 8日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-339800

出 願 人

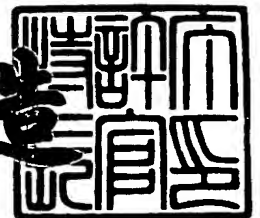
Applicant(s):

日本電気株式会社

2001年 8月31日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3077792

【書類名】 特許願

【整理番号】 33509791

【提出日】 平成12年11月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 10/02

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 山田 亮

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 荒木 壮一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 末村 剛彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 前野 義晴

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 西岡 到

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

 【氏名】 岩田 淳

【特許出願人】

 【識別番号】 000004237

 【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100088812

 【弁理士】

【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 030982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9001833

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光クロスコネクタ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の光ファイバから入力される波長多重信号の切り替えを行う光クロスコネクタ装置であって、複数の前記波長多重信号のうちの一部に対してのみ波長群単位での切り替えを行う切り替え手段を含むことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 2】 前記切り替え手段は、前記波長群単位での切り替え後の一部の波長群に対してのみ波長信号単位での切り替えを行う様にしたことを特徴とする請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 3】 前記切り替え手段は、
複数の前記光ファイバから入力される波長多重信号に対し、この波長多重信号単位の切り替えを行う第 1 の光スイッチと、

前記第 1 の光スイッチから出力される複数の波長多重信号の一部を複数の波長群に分波する第 1 の波長群分波器と、

分波された波長群に対し、この波長群単位の切り替えを行う第 2 の光スイッチとを含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 4】 前記切り替え手段は、更に、
前記第 2 の光スイッチから出力される複数の前記波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、

前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う第 3 の光スイッチとを含むことを特徴とする請求項 3 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 5】 前記切り替え手段は、更に、
前記第 3 の光スイッチから出力される個々の波長信号を波長群に合波して前記第 2 の光スイッチへ入力する波長合波器と、

前記第 2 の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を一つの波長多重信号に合波して前記第 1 の光スイッチへ入力する第 1 の波長群合波器と

を含むことを特徴とする請求項 4 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 6】 前記第 2 の光スイッチから出力される複数の前記波長群のうち特定の種類の波長群にのみ、前記波長分波器、前記第 3 の光スイッチ、前記波長合波器を備えていることを特徴とする請求項 5 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 7】 複数の光ファイバから入力される波長多重信号の切り替えを行う光クロスコネクタ装置であって、複数の前記波長多重信号に対して波長群単位での切り替えを行い、この切り替え後の一部の波長群に対してのみ波長信号単位での切り替えを行う切り替え手段を含むことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 8】 前記切り替え手段は、

複数の前記光ファイバから入力される波長多重信号に対し、それぞれ複数の波長群に分波する第 1 の波長群分波器と、

分波された複数の前記波長群の一部に対し、波長群単位の切り替えを行う第 2 の光スイッチと、

前記第 2 の光スイッチから出力される複数の前記波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、

前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う前記第 3 の光スイッチとを含むことを特徴とする請求項 7 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 9】 前記切り替え手段は、

前記第 3 の光スイッチから出力される個々の波長信号を波長群に合波して前記第 2 の光スイッチへ入力する波長合波器と、

前記第 2 の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を一つの波長多重信号に合波する第 1 の波長群合波器とを更に含むことを特徴とする請求項 8 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 10】 前記切り替え手段は、

前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、それらを全て同一波長信号に変換し、前記第 3 の光スイッチへ入力する第 1 の波長変換器と、

前記第 3 の光スイッチから出力される複数の同一波長信号をそれぞれ異なる波

長信号に変換して前記波長合波器に出力する第 2 の波長変換器とを含むことを特徴とする請求項 5 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 1 1】 前記切り替え手段は、

前記第 3 の光スイッチに代えて電気スイッチとし、

前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、それらを電気信号に変換して前記電気スイッチへ入力する光受信器と、

前記電気スイッチから出力される個々の電気信号をそれぞれ波長信号に変換し、前記波長合波器に出力する光送信器とを含むことを特徴とする請求項 5 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 1 2】 前記切り替え手段は、

複数の光ファイバから入力される波長多重信号に対し、この波長多重信号単位の切り替えを行う第 1 の光スイッチと、

前記第 1 の光スイッチから出力される複数の波長多重信号の一部を、それぞれ第 1 の粒度の複数の波長群に分波する前記第 1 の波長群分波器と、

前記第 1 の波長群分波器から出力される第 1 の粒度の複数の波長群に対し、波長群単位の切り替えを行う第 2 の光スイッチと、

前記第 2 の光スイッチから出力される複数の波長群の一部を、それぞれ前記第 1 の粒度よりも細かい第 2 の粒度の複数の波長群に分波する第 2 の波長群分波器と、

前記第 2 の波長群分波器から出力される複数の前記波長群に対し、それぞれ波長群単位の切り替えを行う第 4 の光スイッチと、

前記第 4 の光スイッチから出力される複数の波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、

前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う第 3 の光スイッチと、

を含むことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 1 3】 前記切り替え手段は、更に、

前記第 3 の光スイッチから出力される個々の波長信号を前記第 2 の粒度の波長群に合波して前記第 4 の光スイッチに入力する波長合波器と、

前記第 4 の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を前記第 1 の粒度の波長群に合波して前記第 2 の光スイッチへ入力する第 2 の波長群合波器と、

前記第 2 の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を、一つの前記波長多重信号に合波して前記第 1 の光スイッチへ入力する第 1 の波長群合波器とを備えていることを特徴とする請求項 1 2 記載の光クロスコネクタ装置。

【請求項 1 4】 前記第 1、第 2、第 3 の光スイッチにおいて、切り替えの必要がない光ファイバをグループ化し、そのグループ単位の切り替えのみ行うことを特徴とする請求項 3 または 4 記載の光クロスコネクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光クロスコネクタ装置に関し、特に複数の波長多重光信号の切り替え及び信号の挿入分離を行う光クロスコネクタ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 2 は従来の一般的な光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。図において、複数の伝送路光ファイバ 1 0 1 から入力される複数の波長多重信号は、対応する波長分波器 1 0 2 の各々によって個々の単位波長信号に分波される。この場合、例えば、複数の波長多重信号の各々は、波長 $\lambda 1 \sim \lambda 160$ の 1 6 0 波の単位波長信号の多重信号であり、個々の光分波器 1 0 2 は対応する波長多重信号を 1 6 0 波の単位波長信号に分波する機能を有する。

【0003】

そして、これ等複数の光分波器 1 0 2 の各々によって分波された波長信号は、波長 $\lambda 1 \sim \lambda 160$ の各々毎に、光スイッチ 1 0 3 によって波長信号単位の切り替え及び信号の挿入／分離 (add/drop ; 信号の終端) 処理が行われる。そして、再び、光合波器 1 0 4 の各々によって合波されて複数の波長多重信号となり、複数の伝送路光ファイバ 1 0 5 から出力される。

【0004】

これは、全波長信号の切り替えが可能な構成であるため、スイッチ規模が非常に大きくなり、技術的・経済的に装置の実現が難しくなる。また、大部分の信号がそのまま通過し、極く一部の信号のみ切り替え及び挿入分離が行われるような場合は非常に非効率となる。

【 0 0 0 5 】

次に、使用する波長帯域が高密度・広帯域化した場合、伝送上の特性や高密度・広帯域の波長分合波器作製の困難性等から、波長の分合波方法として、図 1 2 の 1 0 2 や 1 0 4 のように、波長多重信号を一度に全て分合波する方法よりも、図 1 3 に示すように、分波方法としては波長多重信号を、一旦波長群分波器 1 1 1 によって複数の波長群に分波し、各々の波長群を波長分波器 1 1 2 - 1 ~ U によって個々の波長信号に分波する方法や、また合波方法として、個々の波長信号を一旦 1 1 3 - 1 ~ U によって波長群に合波し、複数の波長群を波長群合波器 1 1 4 によって波長多重信号に合波する方法等が用いられる。

【 0 0 0 6 】

波長群の構成方法としては、図 1 4 (a) に示すように、波長の近い波長信号同士を同じ群にする方法、(b) に示すように、波長信号を波長軸に対して周期的に同じ波長群にする方法、(c) に示すように、上記 (a) 及び (b) を組み合わせた方法等、様々な方法が考えられる。(図 1 4 中の同一模様は、同一の波長群に属することを示す。)

【 0 0 0 7 】

図 1 5 は、波長群の構成方法として、光増幅器 (アンプ) の増幅可能帯域から波長群を構成する場合の例を示しており、波長 $\lambda 1 \sim \lambda 160$ の 1 6 0 波の全帯域を増幅するアンプが作成不可能な場合であり、この場合には、 $\lambda 1 \sim \lambda 80$ の 8 0 波と、 $\lambda 81 \sim \lambda 160$ の 8 0 波との、合計 2 波長群に、波長群分波器 1 1 1 で分割する例である。なお、アンプ 1 2 1, 1 2 2 は上述した増幅可能帯域を有する光増幅器を示している。この図 1 5 に示すアンプの特性から波長群を構成する例が、図 1 4 (a) の例である。

【 0 0 0 8 】

また、図 1 6 は、波長群の構成方法として、光分波器や合波器の特性から波長

群を構成する場合の例を示している。いま、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ の各波長間隔が図 1 6 (B) に示す如く、0.4 nm の場合には、(A) に示す様に、送信器 1 3 0 - 1 \sim 1 3 0 - 1 6 0 から得られる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ を有する光を、一度に合波する合波器 1 3 1 は、技術的に困難である。すなわち、合波器 1 3 1 として、(B) に示す様に、0.4 nm 間隔で各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ を通過せしめるための通過特性を有するフィルタを使用する必要がある。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、現実にはこの様な通過特性のフィルタは実現困難であり、よって、図 1 6 (C) に示す如く、0.8 nm 間隔の通過特性を有する 2 つのフィルタを使用して、一つのフィルタで奇数番目の波長 $\lambda_1, \lambda_3, \dots$ の信号を通し、他のフィルタで偶数番目の波長 $\lambda_2, \lambda_4, \dots$ の信号を通す様にすることで、これ等波長群が構成できることになる。この例が、図 1 4 (b) である。

【 0 0 1 0 】

図 1 3 のような構成を用いた場合、波長信号は、上述した様に、光フィルタの一種である波長分合波器や波長群分合波器を多段に通過することになり、通過の度にスペクトル成分が削られ、信号劣化が増大するという問題がある。

【 0 0 1 1 】

図 1 7 は従来の一般的な光クロスコネクト装置の構成を示すもう一つのブロック図である。波長分波器 1 0 2 によって分波される個々の波長信号（各波長信号の波長は、それぞれ波長変換器 1 2 1 によって同一波長（例えば、 λ_0 ）に変換される。これ等同一波長信号は光スイッチ 1 2 2 へ入力され、この光スイッチにおいて個々の信号単位の切り替えまたは信号の挿入分離が行われる。光スイッチ 1 2 2 から出力される個々の信号はそれぞれ波長変換器 1 2 3 に入力され、波長変換器 1 2 3 によって個々の波長信号に変換される（なお、波長変換器では、ある波長信号を、一旦電気信号に変換して、波長 λ_0 の波長信号に変換される）。波長変換器 1 2 3 から出力される個々の波長信号は、光合波器 1 0 4 によって合波され、複数の伝送路光ファイバ 1 0 5 から出力される。

【 0 0 1 2 】

なお、図 1 7 において、1 2 1 が光受信器の場合には、これ等光受信器 1 2 1

により電気変換された個々の電気信号は、電気スイッチ 1 2 2 に入力され、この電気スイッチ 1 2 2 によって、個々の電気信号単位の切り替えまたは信号の挿入分離が行われる。電気スイッチ 1 2 2 から出力される個々の信号は、それぞれ光送信器 1 2 3 に入力され、これ等光送信器 1 2 3 によって個々の波長信号に変換される。光送信器 1 2 3 から出力される個々の波長信号は、光合波器 1 0 4 によって合波され、複数の伝送路光ファイバ 1 0 5 から出力される。

【 0 0 1 3 】

このような構成の場合、複数の伝送路光ファイバ 1 0 1 から入力される光信号は一旦電気信号に変換される（上述した様に、波長変換処理でも一旦は信号に変換される）ために、フィルタを多段に通過することによる信号劣化は抑制される。しかし、図 1 2 の構成と同様に、スイッチ規模が大きく、技術的・経済的に装置の実現が困難であり、波長変換器や光送受信器が全信号に必要なため、装置規模及びコストが更に増大する。

【 0 0 1 4 】

また、大部分の信号がそのまま通過し、ごく一部の信号のみ切り替え及び挿入／分離が行われるような場合は、図 1 2 の構成と同様非常に非効率となる。すなわち、中小都市における交換局などの場合には、大部分の信号はそのまま次の都市の交換局へ中継されるだけで、信号の切り替え処理や挿入／分離などの終端処理は全く必要がないにもかかわらず、全ての信号に関して、波長単位の信号に変換しているのが現状である。

【 0 0 1 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、従来の光クロスコネクト装置は、全波長を分合波するためスイッチ規模が大きくなり、技術的・経済的に実現が困難で、また、大部分の信号がそのまま通過し、極一部の信号のみがスイッチされるような、中小都市などでの交換局の場合には、非常に非効率となるという問題がある。また、光信号が波長群分合波器や波長分合波器を多段に通過することによる信号劣化や、波長変換器もしくは光送受信器を全波長信号に対して導入することによる装置規模及びコストの更なる増大を生じるという問題もある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、複数の光ファイバから入力される波長多重信号の切り替えを行う光クロスコネクタ装置であって、複数の前記波長多重信号のうちの一部に対してのみ波長群単位での切り替えを行う切り替え手段を含むことを特徴とする光クロスコネクタ装置が得られる。そして、前記切り替え手段は、前記波長群単位での切り替え後の一部の波長群に対してのみ波長信号単位での切り替えを行う様にすることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、前記切り替え手段は、複数の前記光ファイバから入力される波長多重信号に対し、この波長多重信号単位の切り替えを行う第1の光スイッチと、前記第1の光スイッチから出力される複数の波長多重信号の一部を複数の波長群に分波する第1の波長群分波器と、分波された波長群に対し、この波長群単位の切り替えを行う第2の光スイッチとを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

また、前記切り替え手段は、更に、前記第2の光スイッチから出力される複数の前記波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う第3の光スイッチとを含むことを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、前記切り替え手段は、更に、前記第3の光スイッチから出力される個々の波長信号を波長群に合波して前記第2の光スイッチへ入力する波長合波器と、前記第2の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を一つの波長多重信号に合波して前記第1の光スイッチへ入力する第1の波長群合波器とを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

更に、前記第2の光スイッチから出力される複数の前記波長群のうち特定の種類の波長群にのみ、前記波長分波器、前記第3の光スイッチ、前記波長合波器を備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

本発明によれば、複数の光ファイバから入力される波長多重信号の切り替えを行う光クロスコネクタ装置であって、複数の前記波長多重信号に対して波長群単位での切り替えを行い、この切り替え後の一部の波長群に対してのみ波長信号単位での切り替えを行う切り替え手段を含むことを特徴とする光クロスコネクタ装置が得られる。

【 0 0 2 2 】

そして、前記切り替え手段は、複数の前記光ファイバから入力される波長多重信号に対し、それぞれ複数の波長群に分波する第 1 の波長群分波器と、分波された複数の前記波長群の一部に対し、波長群単位の切り替えを行う第 2 の光スイッチと、前記第 2 の光スイッチから出力される複数の前記波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う前記第 3 の光スイッチとを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、前記切り替え手段は、前記第 3 の光スイッチから出力される個々の波長信号を波長群に合波して前記第 2 の光スイッチへ入力する波長合波器と、前記第 2 の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を一つの波長多重信号に合波する第 1 の波長群合波器とを更に含むことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、前記切り替え手段は、前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、それらを全て同一波長信号に変換し、前記第 3 の光スイッチへ入力する第 1 の波長変換器と、前記第 3 の光スイッチから出力される複数の同一波長信号をそれぞれ異なる波長信号に変換して前記波長合波器に出力する第 2 の波長変換器とを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、前記切り替え手段は、前記第 3 の光スイッチに代えて電気スイッチとし、前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、それらを電気信号に変換して前記電気スイッチへ入力する光受信器と、前記電気スイッチから出力され

る個々の電気信号をそれぞれ波長信号に変換し、前記波長合波器に出力する光送信器とを含むことを特徴とする。

【0026】

また、前記切り替え手段は、複数の光ファイバから入力される波長多重信号に対し、この波長多重信号単位の切り替えを行う第1の光スイッチと、前記第1の光スイッチから出力される複数の波長多重信号の一部を、それぞれ第1の粒度の複数の波長群に分波する前記第1の波長群分波器と、前記第1の波長群分波器から出力される第1の粒度の複数の波長群に対し、波長群単位の切り替えを行う第2の光スイッチと、前記第2の光スイッチから出力される複数の波長群の一部を、それぞれ前記第1の粒度よりも細かい第2の粒度の複数の波長群に分波する第2の波長群分波器と、前記第2の波長群分波器から出力される複数の前記波長群に対し、それぞれ波長群単位の切り替えを行う第4の光スイッチと、前記第4の光スイッチから出力される複数の波長群の一部を、それぞれ個々の波長信号に分波する波長分波器と、前記波長分波器から出力される個々の波長信号に対し、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離を行う第3の光スイッチとを含むことを特徴とする。

【0027】

また、前記切り替え手段は、更に、前記第3の光スイッチから出力される個々の波長信号を前記第2の粒度の波長群に合波して前記第4の光スイッチに入力する波長合波器と、前記第4の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を前記第1の粒度の波長群に合波して前記第2の光スイッチへ入力する第2の波長群合波器と、前記第2の光スイッチから出力される前記一部の波長群以外の波長群を、一つの前記波長多重信号に合波して前記第1の光スイッチへ入力する第1の波長群合波器とを備えていることを特徴とする。そして、前記第1、第2、第3の光スイッチにおいて、切り替えの必要がない光ファイバをグループ化し、そのグループ単位の切り替えのみ行うことを特徴とする。

【0028】

本発明の作用を述べる。第1の光スイッチにおいて、波長多重信号単位の切り替えを行い、より細かな粒度の切り替えが必要な信号のみ第2の光スイッチにお

いて波長群単位の切り替えを行い、更に細かな粒度での切り替えが必要な信号のみ第3の光スイッチにおいて波長信号単位の切り替えを行うことにより、光ファイバを伝送する波長多重信号が高密度・広帯域化した場合でも小さなスイッチ規模で光クロスコネクタ装置を構成することが可能となる。また、光信号が通過する波長群分合波器や波長分合波器といった光フィルタの数が減少するため、信号劣化を抑制することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1は本発明の第1の実施形態を示すブロック図である。複数の伝送路光ファイバ1から入力される波長多重信号は、まず第1の光スイッチ2によって波長多重信号単位の切り替えが行われ、複数の伝送路光ファイバ3に出力される。これにより、単に通過するだけの波長多重信号や、光ファイバの乗り換えだけが必要な波長多重信号は、それらを波長多重信号のまま行うことが可能となる。

【 0 0 3 0 】

第1の光スイッチ2から出力される複数の波長多重信号のうち、波長多重信号単位よりも粒度の細かい切り替えが必要な波長多重信号のみ複数の光ファイバ4に出力され、それぞれ第1の波長群分波器5によってM個の波長群に分波される。第1の波長群分波器5から出力される第1番目の波長群6-1、……、第M番目の波長群6-Mは、それぞれ第2の光スイッチ7-1、……、7-Mに入力され、波長群単位の切り替えが行われ、光ファイバ8-1、……、8-Mに出力される。これにより、波長多重光単位よりは細かく、波長信号単位よりは粗い粒度の切り替えが可能となる。

【 0 0 3 1 】

第2の光スイッチ7-1、……、7-Mから出力される波長群のうち、波長信号単位の切り替えが必要な波長群のみ光ファイバ9-1、……、9-Mに出力され、それぞれ波長分波器10-1、……、10-Mに入力され、個々の波長信号に分波される。波長分波器10-1、……、10-Mから出力される個々の波長信号は、それぞれ第3の光スイッチ11-1、……、11-Mに入力され、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入

分離が行われる。

【 0 0 3 2 】

第 3 の光スイッチ 11-1、……、11-M から出力される個々の波長信号は、それぞれ波長合波器 12-1、……、12-M によって波長群に合波され、再び第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-M に入力され、光ファイバ 8-1、……、8-M に出力される。光ファイバ 8-1、……、8-M から出力される複数の波長群は、第 1 の波長群合波器 13 によって波長多重光に合波され、再び第 1 の光スイッチ 2 に入力され、複数の伝送路光ファイバ 3 に出力される。

【 0 0 3 3 】

より具体的な例として、図 2 に示す場合について説明する。伝送される波長多重信号は 4 個の波長群で構成され、各波長群は 2 個の波長信号で構成されているとする。また、入力される伝送路光ファイバ 1 の数を 8 本とし、そのうち 4 本が光ファイバ 4 に出力されるとすると、第 1 の光スイッチ 2 に必要なスイッチ要素数は $12 \times 12 = 144$ 個となる。

【 0 0 3 4 】

次に、光ファイバ 4 に出力される 4 本の波長多重信号は、それぞれ波長群分波器 5 によって 4 個の波長群に分波されるので、第 2 の光スイッチの数は 7-1、……、7-4 の 4 個となる。第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-4 に入力されるそれぞれ 4 個の波長群のうち、2 個の波長群がそれぞれ光ファイバ 9-1、……、9-4 に出力されるとすると、第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-4 に必要なスイッチ要素数の合計は、 $(6 \times 6) \times 4 = 144$ 個となる。

【 0 0 3 5 】

光ファイバ 9-1、……、9-4 から出力される波長群は、それぞれ波長分波器 10-1、……、10-4 において 2 個の波長信号に分波され、第 3 の光スイッチ 11-1、……、11-4 において、同一波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離が行われるとすると、第 3 の光スイッチ 11-1、……、11-4 に必要なスイッチ要素数の合計は、 $\{(4 \times 4) \times 2\} \times 4 = 128$ 個となる。結局、この構成の光クロスコネクタ装置に必要なスイッチ要素数の合計は、 $144 + 144 + 128 = 416$ 個となる。また、この構成において伝送路光ファイバから入力される全波長信号のう

ち挿入分離が可能な波長信号の割合は 2 5 % となる。

【 0 0 3 6 】

図 3 は、挿入分離が可能な波長信号の割合が 2 5 % の場合における従来の構成を用いた光クロスコネクト装置のブロック図の例である。この場合必要なスイッチ要素数の合計は、 $(10 \times 10) \times 8 = 800$ 個となる。

【 0 0 3 7 】

このように、粒度の粗い切り替えで済む信号に対しては、なるべく波長多重信号単位の切り替えや波長群単位の切り替えを行うことによって、個々の波長信号まで分波する信号数を削減することが可能となり、スイッチ規模を縮小することができる。また、波長多重信号単位の切り替えしか行わない信号や、波長群単位の切り替えまでしか行わない信号は、通過する光フィルタ数が減少するため、ノードを通過することによる信号劣化が抑制される。

【 0 0 3 8 】

上述した実施の形態では、中小都市等の交換局に使用すると効果的である。中小都市の場合には、大部分の信号がそのまま通過し、極一部の信号のみがスイッチされることが多いからである。

因みに、各都市でどの波長または波長群を使用するかは、利用可能な波長資源の中からネットワークを管理するシステムが集中的に、又は各ノードが分散的に計算して決定する。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、図 1 の構成において、各光ファイバに、 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ の 1 6 0 波の波長信号が多重化されているとした場合の波長多重信号の各波長群や波長信号と、各構成要素との関係を模式的に示した図である。図 1 の光ファイバ 4 の複数の波長多重信号のうちの一つは、図 4 に示す様に、 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ の 1 6 0 波の波長信号が多重化されており、波長群分波器 5 において、2 段階で 4 個の波長群に分波される。第一段階では、例えば、図 1 5 に示した様に、アンプの増幅可能帯域での分波がなされ、 $\lambda_1 \sim \lambda_{80}$ の群と $\lambda_{81} \sim \lambda_{160}$ の群とに分波される。第二段階では、例えば、図 1 6 に示した様に、分波器のフィルタ特性での分波がなされ、奇数番目と偶数番目との分波がなされて、波長群 G1 ~ G4 が得られる。この分

波が波長群分波器 5 によるものである。

【 0 0 4 0 】

そして、光スイッチ 7 により波長群 G1 ～ G4 の切り替えがなされる。これら波長群 G1 ～ G4 は、更に波長分波器 10 において、波長信号単位に分波されるのである。この波長信号単位での切り替え処理及び挿入／分離処理が光スイッチ 11 にてなされる。

【 0 0 4 1 】

図 5 は本発明の第 2 の実施形態を示すブロック図であり、図 1 と同等部分は同一符号にて示している。図 5 において、波長群分波器 5 から出力される複数の波長群のうち、例えば第 M 番目の波長群については、第 2 の光スイッチ 7-M による波長群単位の切り替えよりも粒度の細かい切り替えは行わない。

【 0 0 4 2 】

このように、波長信号単位の切り替えや信号の挿入分離を行う割合が非常に低いノードにおいては、あらかじめ波長単位の切り替え及び信号の挿入分離を行うことができる波長群を決定しておくことによって、スイッチ規模を更に縮小することが可能となる。この実施の形態は、小都市等の交換局で使用されると効果的である。

【 0 0 4 3 】

図 6 は本発明の第 3 の実施形態を示すブロック図であり、図 1 と同等部分は同一符号にて示している。図 6 において、複数の伝送路光ファイバ 1 から入力される波長多重信号は、それぞれ波長群分波器 5 によって波長群に分波される。分波された波長群は、第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-M によって波長群単位の切り替えが行われ、また、必要に応じて第 3 の光スイッチ 11-1、……、11-M によって波長信号単位の切り替え処理及び信号の挿入／分離処理が行われる。

【 0 0 4 4 】

このように、ある程度粒度の細かい切り替えが必要なノードにおいては、あらかじめ波長多重信号単位の切り替えを行う光スイッチを省略することによって、スイッチ規模を更に縮小することが可能となる。この実施の形態は、中小都市のみならず、大都市の交換局で使用されることができる。

【 0 0 4 5 】

図 7 は本発明の第 4 の実施形態を示すブロック図であり、図 1 と同等部分は同一符号にて示している。図 7 において、波長分波器 10-1、……、10-M によって分波された個々の波長は、それぞれ波長変換器 2 1 によって全て同一波長 (λ_0) の個々の信号に変換される。変換された個々の信号は第 3 の光スイッチ 2 2 に入力され、個々の信号単位の切り替え処理又は挿入／分離処理が行われる。

【 0 0 4 6 】

第 3 の光スイッチ 2 2 から出力される個々の信号は、それぞれ波長変換器 2 3 に入力され、個々の波長信号に変換される。これら個々の波長信号は、波長合波器 12-1、……、12-M によって波長群に合波され、再び第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-M に入力される。

【 0 0 4 7 】

図 7 において、波長変換器 2 1 の代わりに光受信器を使用した場合につき説明する。波長分波器 10-1、……、10-M によって分波された個々の波長は、それぞれ光受信器 2 1 によって個々の電気信号に変換される。変換された個々の信号は第 3 の電気スイッチ 2 2 に入力され、個々の信号単位の切り替え処理又は挿入／分離処理が行われる。

【 0 0 4 8 】

第 3 の電気スイッチ 2 2 から出力される個々の信号は、それぞれ光送信器 2 3 に入力され、個々の波長信号に変換される。これら個々の波長信号は、波長合波器 12-1、……、12-M によって波長群に合波され、再び第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-M に入力される。

【 0 0 4 9 】

このような構成の場合、波長群分合波器及び波長分合波器を通過する波長信号は一旦電気信号に変換される（波長変換でも、電気信号に変換して波長を変換する）ために、個々の波長まで分波される信号に対して、光フィルタを多段に通過することによる信号劣化を抑制することができる。また、必要な波長変換器もしくは波長送受信器の数は従来構成に比べて少ないため、装置規模及びコストを削減することができる。

【 0 0 5 0 】

図 8 は本発明の第 5 の実施形態を示すブロック図であり、図 1 と同等部分は同一符号にて示している。図 8 においては、簡略化のために、以降第 1 の波長群分波器 5 から出力される第 1 番目の波長群のみについて説明するが、他の波長群についても同様である。

【 0 0 5 1 】

光ファイバ 9-1 から出力される複数の波長群は、それぞれ第 2 の波長群分波器 31-1 によって更に粒度の細かい M' 個の波長群に分波される。第 2 の波長群分波器 31-1 から出力される第 1 番目の波長群 32-1-1、……、第 M' 番目の波長群 32-1- M' は、それぞれ第 4 の光スイッチ 33-1-1、……、33-1- M' に入力され、波長群単位の切り替えが行われ、34-1-1、……、34-1- M' から出力される。これにより、より粒度の細かい波長群単位での切り替えが可能となる。

【 0 0 5 2 】

第 4 の光スイッチ 33-1-1、……、33-1- M' から出力される波長群のうち、波長信号単位の切り替えが必要な波長群のみ 35-1-1、……、35-1- M' から出力され、それぞれ波長分波器 36-1-1、……、36-1- M' に入力され、個々の波長信号に分波される。波長分波器 36-1-1、……、36-1- M' から出力される個々の波長信号は、それぞれ第 3 の光スイッチ 37-1-1、……、37-1- M' に入力され、波長信号単位の切り替え処理及び信号の挿入／分離処理が行われる。

【 0 0 5 3 】

第 3 の光スイッチ 37-1-1、……、37-1- M' から出力される個々の波長信号は、それぞれ波長合波器 38-1-1、……、38-1- M' によって粒度の細かい波長群に合波され、再び第 4 の光スイッチ 33-1-1、……、33-1- M' に入力され、34-1-1、……、34-1- M' から出力される。34-1-1、……、34-1- M' から出力される複数の波長群は、第 2 の波長群合波器 39-1 によって波長多重光に合波され、再び第 2 の光スイッチ 7-1 に入力される。

【 0 0 5 4 】

このように、波長群の粒度を段階的に細かくし、各段階で切り替えを行うことにより、様々な粒度での切り替えを比較的小さなスイッチ規模で行うことが可能

となる。

【 0 0 5 5 】

図 9 は、図 8 の構成において、波長多重信号の各波長群や波長信号と、各構成要素との関係を模式的に示した図である。図 8 の光ファイバ 4 の複数の波長多重信号のうちの一つは、図 9 に示す様に、 $\lambda_1 \sim \lambda_{160}$ の 160 波の波長信号が多重化されており、波長群分波器 5 において、例えば、図 15 に示した様に、アンプの増幅可能帯域での分波がなされ、 $\lambda_1 \sim \lambda_{80}$ の群と $\lambda_{81} \sim \lambda_{160}$ の群とに分波される。この波長群の段階で、光スイッチ 7 にて、切り替え処理が行われる。

【 0 0 5 6 】

次に、例えば、図 16 に示した様に、波長群分波器 31 で、フィルタ特性での分波がなされ、奇数番目と偶数番目との分波がなされて、波長群 G1 ～ G4 が得られる。そして、光スイッチ 33 により波長群 G1 ～ G4 の切り替えがなされる。これら波長群 G1 ～ G4 は、更に波長分波器 38 において、波長信号単位に分波されるのである。この波長信号単位での切り替え処理及び挿入／分離処理が光スイッチ 37 にてなされる。

【 0 0 5 7 】

図 10 は本発明の第 6 の実施形態を示すブロック図であり、図 1 と同等部分は同一符号にて示している。ここでは、第 1 の光スイッチ 2 に入力する複数の伝送路光ファイバを数本まとめてグループ化し、第 1 の光スイッチ 2 においては、そのグループ単位の切り替えのみ行い、1 つのグループ内での切り替えは行わない。これは、例えば図 11 に示すように、送信すべき 1 つのデータをいくつかに分割し、分割された各々のデータに対し、異なる光ファイバを用いて伝送させる場合等に適用される。

【 0 0 5 8 】

この場合、1 つのグループ内での光ファイバ同士の切り替えを行う必要がないため、第 1 の光スイッチ 2 においてグループ単位の切り替えのみ行うことにより、スイッチ要素数を削減することが可能となる。

【 0 0 5 9 】

同様に、第 2 の光スイッチ 7-1、……、7-M、及び第 3 の光スイッチ 11-1、…

…、11-Mにおいても、切り替えを行う必要がない光ファイバ同士をグループ化し、そのグループ単位での切り替えのみ行うことにより、更にスイッチ要素数を削減することが可能となる。

第1、2、3、5、6の実施の形態は、第3の光スイッチにおいて同一波長同士を切り替える場合について記述したが、第4の実施の形態のように、波長を乗せ替える構成とすることも可能である。

【0060】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明では第1の光スイッチにおいて波長多重信号単位の切り替えを行い、より細かな粒度の切り替えが必要な信号のみ第2の光スイッチにおいて波長群単位の切り替えを行い、更に細かな粒度での切り替えが必要な信号のみ第3の光スイッチにおいて波長信号単位の切り替えを行うことにより、光ファイバを伝送する波長多重信号が高密度・広帯域化した場合でも小さなスイッチ規模で光クロスコネクタ装置を構成することが可能となる。また、光信号が通過する波長群分合波器や波長分合波器といった光フィルタの数が減少するため、信号劣化を抑制することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態を示すブロック図である。

【図2】

挿入分離可能な波長信号の割合が25%の場合における本発明の構成を用いた光クロスコネクタ装置のブロックの例を示す図である。

【図3】

挿入分離可能な波長信号の割合が25%の場合における従来の構成を用いた光クロスコネクタ装置のブロックの例を示す図である。

【図4】

図2の構成において、波長多重信号の各波長群や波長信号と各構成要素との関係を模式的に示した図である。

【図5】

本発明の第 2 の実施形態を示すブロック図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施形態を示すブロック図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施形態を示すブロック図である。

【図 8】

本発明の第 5 の実施形態を示すブロック図である。

【図 9】

図 8 の構成において、波長多重信号の各波長群や波長信号と各構成要素との関係を模式的に示した図である。

【図 1 0】

本発明の第 6 の実施形態を示すブロック図である。

【図 1 1】

本発明の第 6 の実施形態が適用されるデータの伝送形態の例を示す図である。

【図 1 2】

従来の一般的な光クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

【図 1 3】

使用する波長帯域が高密度・広帯域化した場合の光信号の分合波方法を示す図である。

【図 1 4】

波長群の構成例を示す図である。

【図 1 5】

波長群の生成例を示す図である。

【図 1 6】

波長群の生成の他の例を示す図である。

【図 1 7】

従来の一般的な光クロスコネクタ装置の構成を示す他のブロック図である。

【符号の説明】

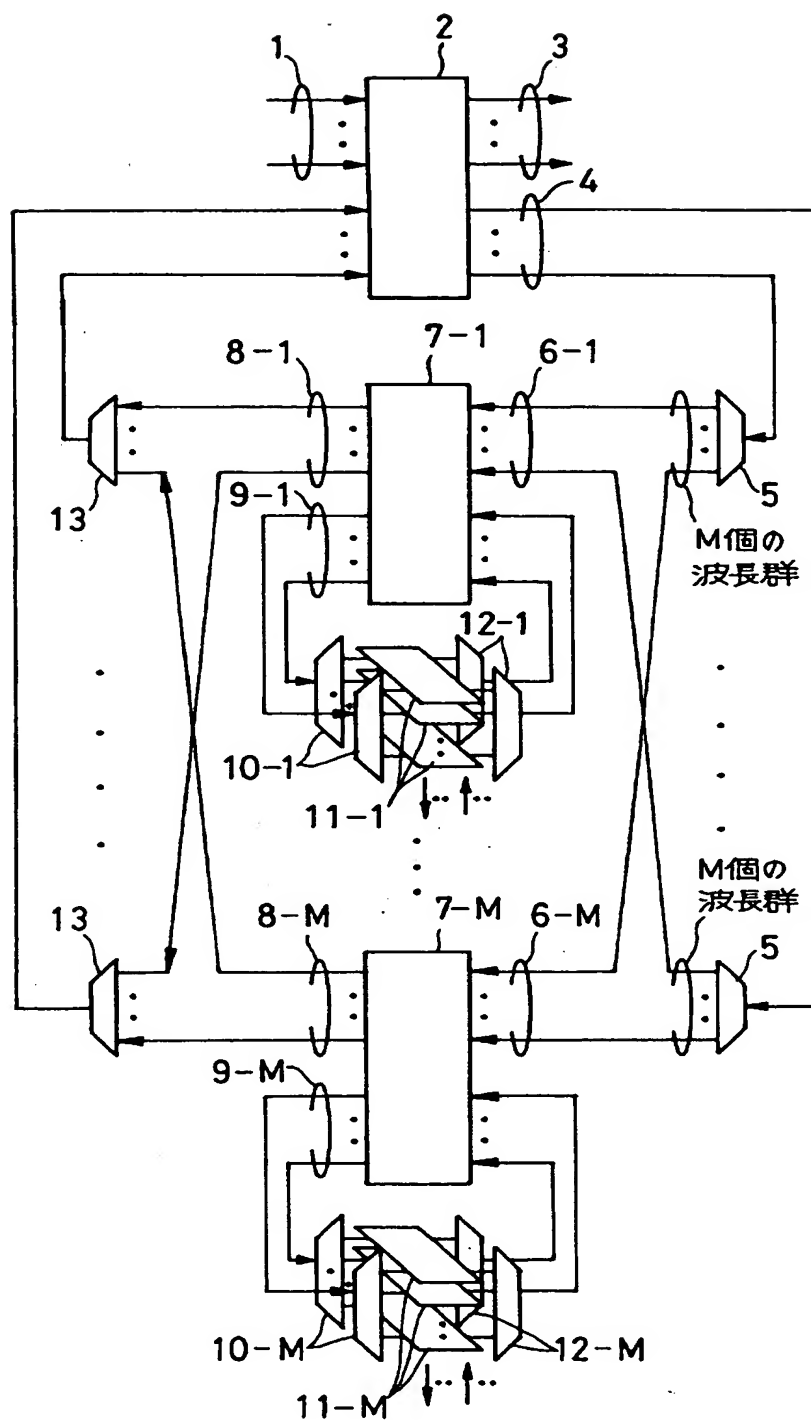
1 入力側の伝送路光ファイバ

- 2 第 1 の光スイッチ
- 3 出力側の伝送路光ファイバ
- 4 第 1 の光スイッチから第 1 の波長群分波器に入力される光ファイバ
- 5 波長群分波器
- 6-1 ~6-M 第 1 の波長群分波器から第 2 の光スイッチに入力される光ファイバ
- 7-1 ~7-M 第 2 の光スイッチ
 - 8 第 2 の光スイッチから第 1 の波長群合波器に入力される光ファイバ
- 9-1 ~9-M 第 2 の光スイッチから波長群分波器に入力される光ファイバ
- 10-1~10-M 波長分波器
- 11-1~11-M 第 3 の光スイッチ
- 12-1~12-M 波長号波器
 - 1 3 第 1 の波長群合波器
 - 2 1 波長変換器もしくは光受信器
 - 2 2 第 3 の光スイッチもしくは電気スイッチ
 - 2 3 波長変換器もしくは光送信器
 - 31-1 第 2 の波長群分波器
- 32-1-1~32-1-M' 第 2 の波長群分波器から第 4 の光スイッチに入力される光ファイバ
- 33-1-1~33-1-M' 第 4 の光スイッチ
- 34-1-1~34-1-M' 第 4 の光スイッチから第 2 の波長群合波器に入力される光ファイバ
- 35-1-1~35-1-M' 第 4 の光スイッチから波長分波器に入力される光ファイバ
- 36-1-1~36-1-M' 波長分波器
- 37-1-1~37-1-M' 第 3 の光スイッチ。
- 38-1-1~38-1-M' 波長合波器
 - 41-1~41-K グループ化された入力側の伝送路光ファイバ
 - 42-1~42-K グループ化された出力側の伝送路光ファイバ

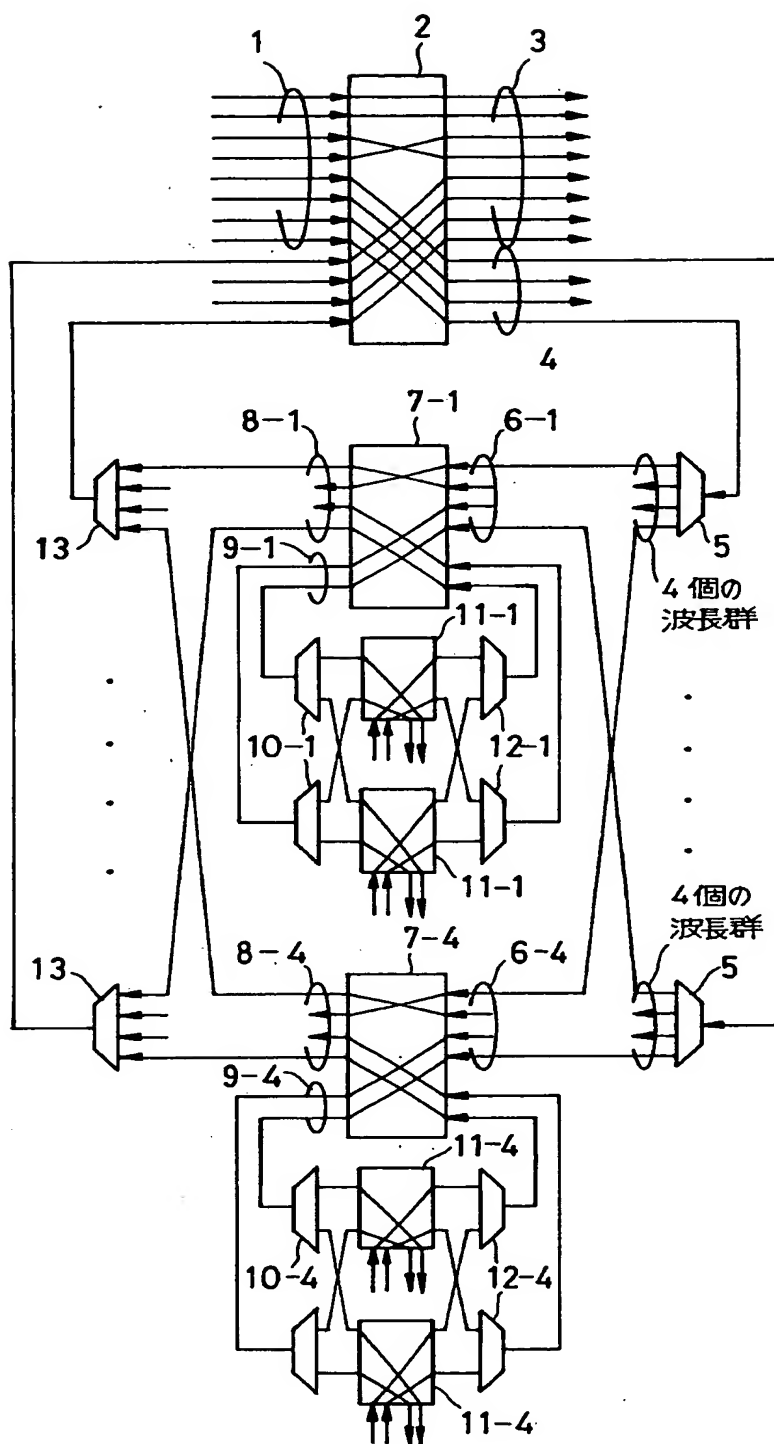
- 1 0 2 波長分波器
- 1 0 3 光スイッチ
- 1 0 4 波長合波器
- 1 0 5 出力側の伝送路光ファイバ
- 1 1 1 波長群分波器
- 112-1 ~112-U 波長分波器
- 113-1 ~113-U 波長合波器
- 1 1 4 波長群合波器

【書類名】 図面

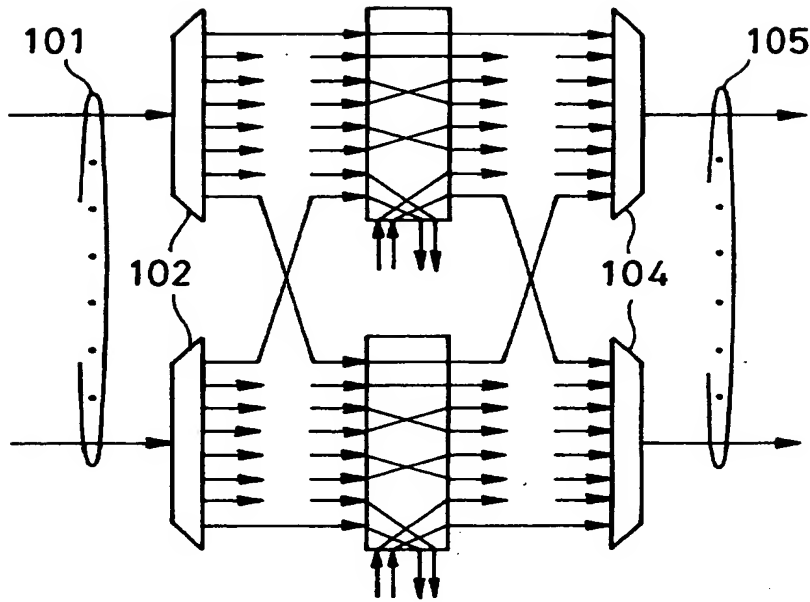
【図 1】



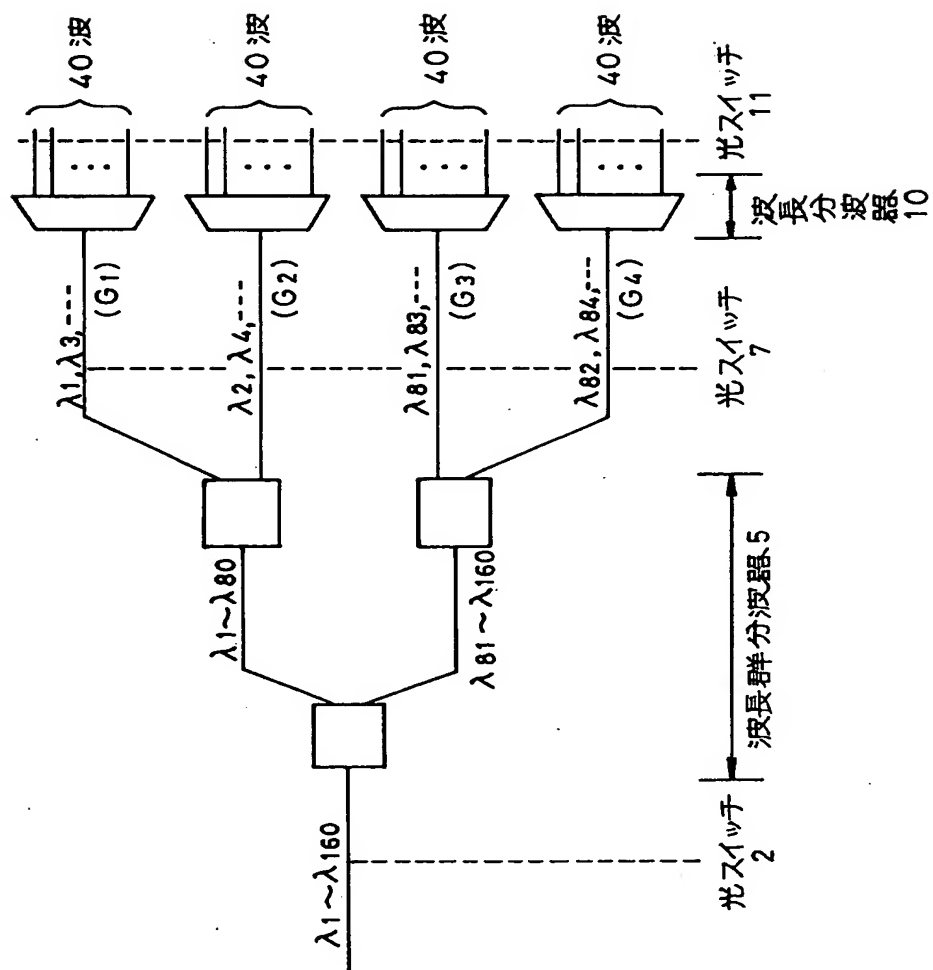
【図2】



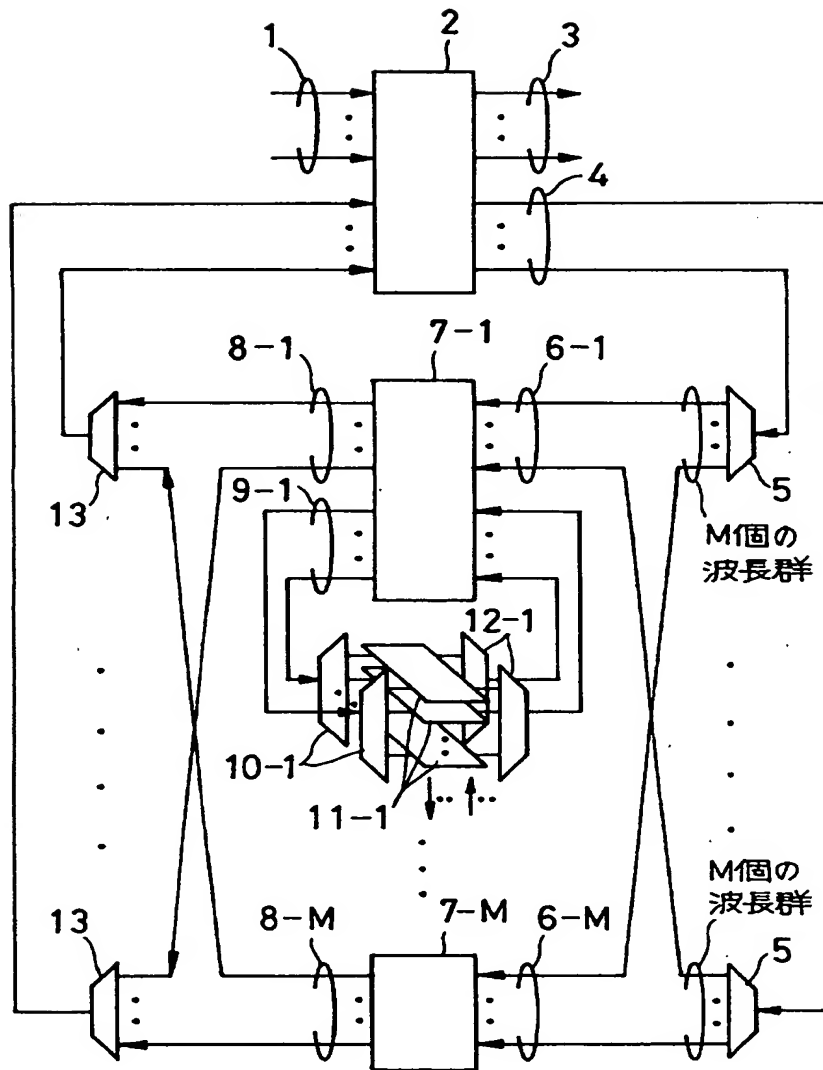
【図 3】



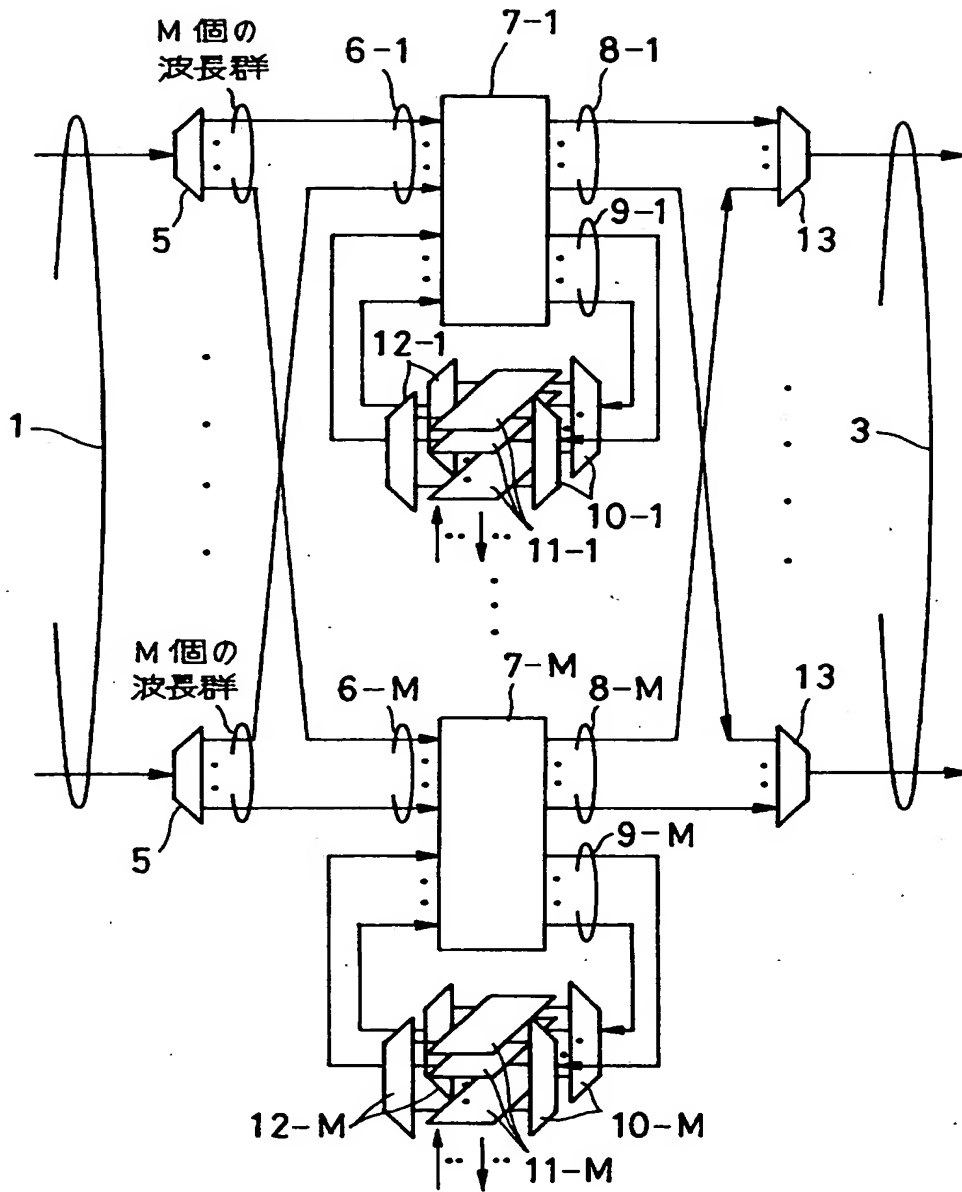
【図 4】



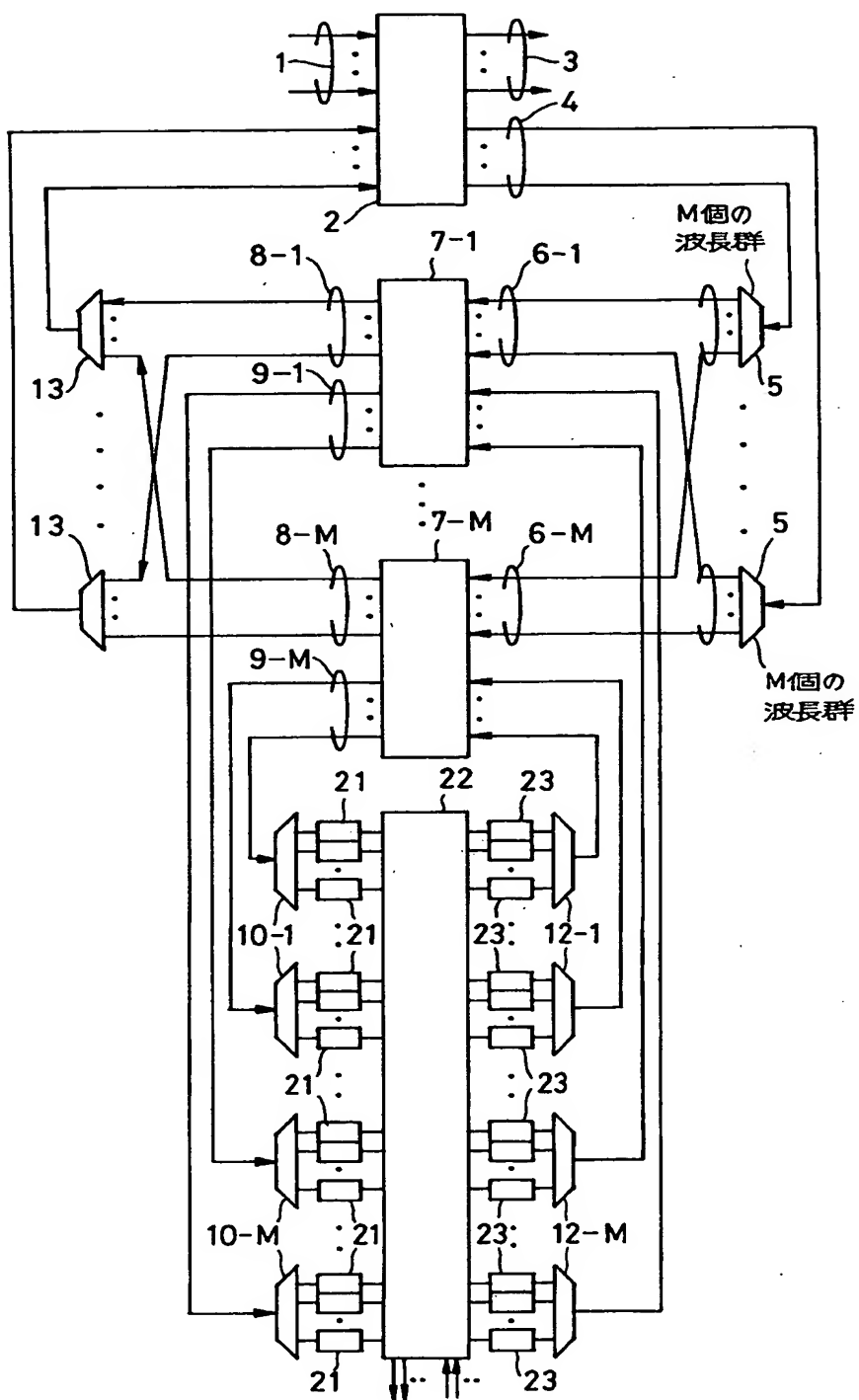
【図 5】



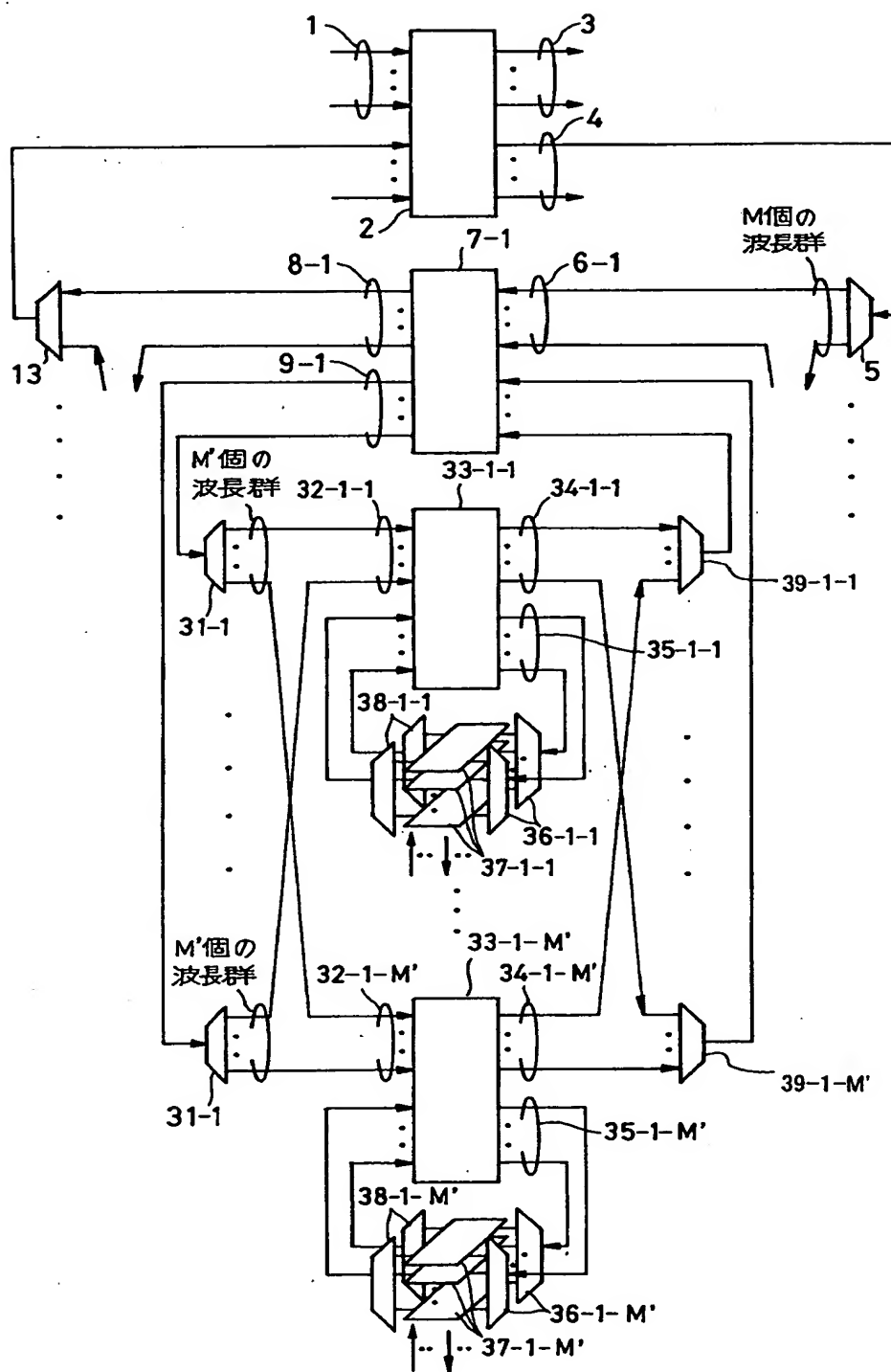
【図 6】



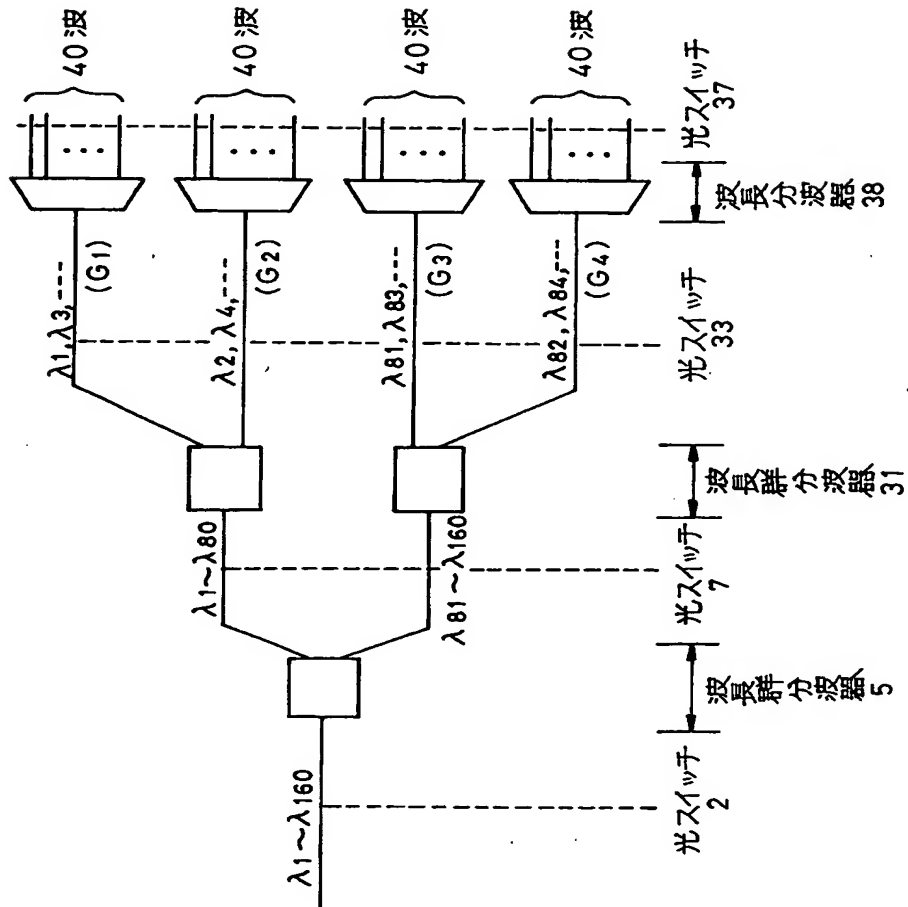
【図 7】



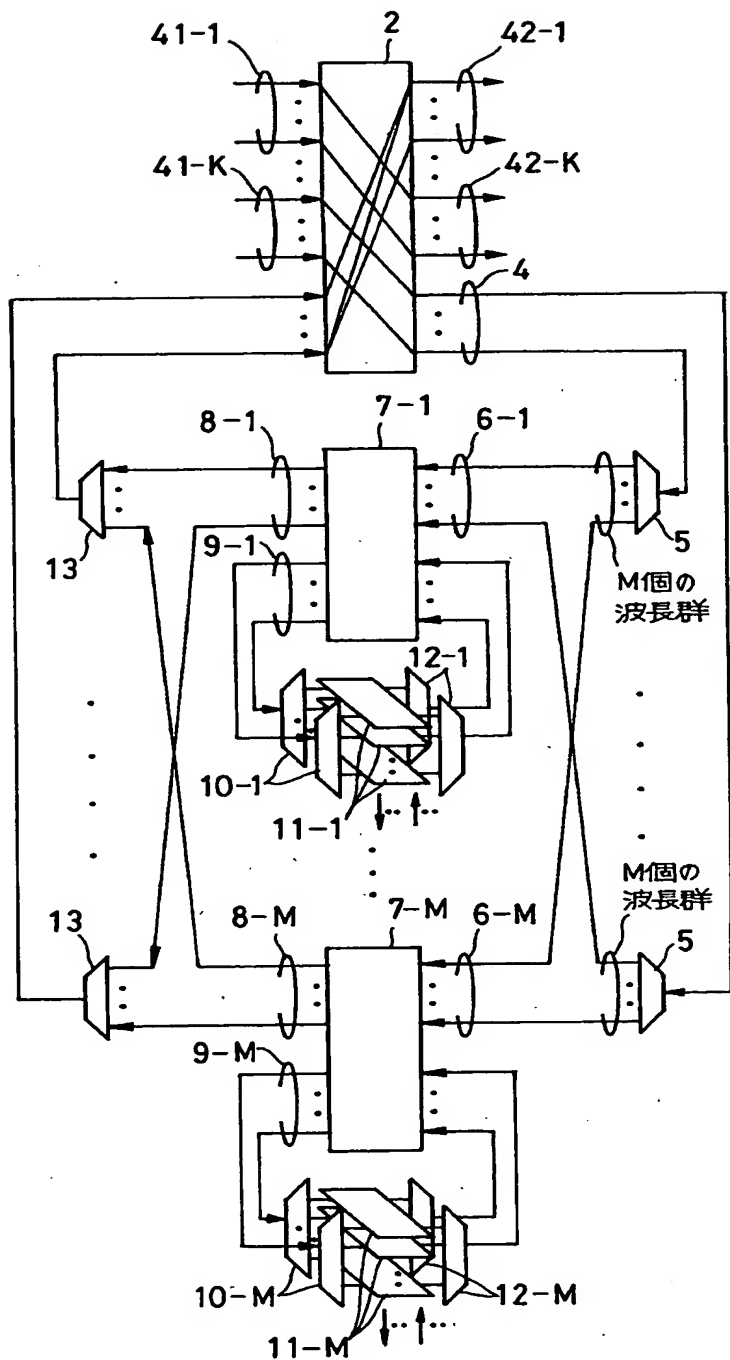
【図 8】



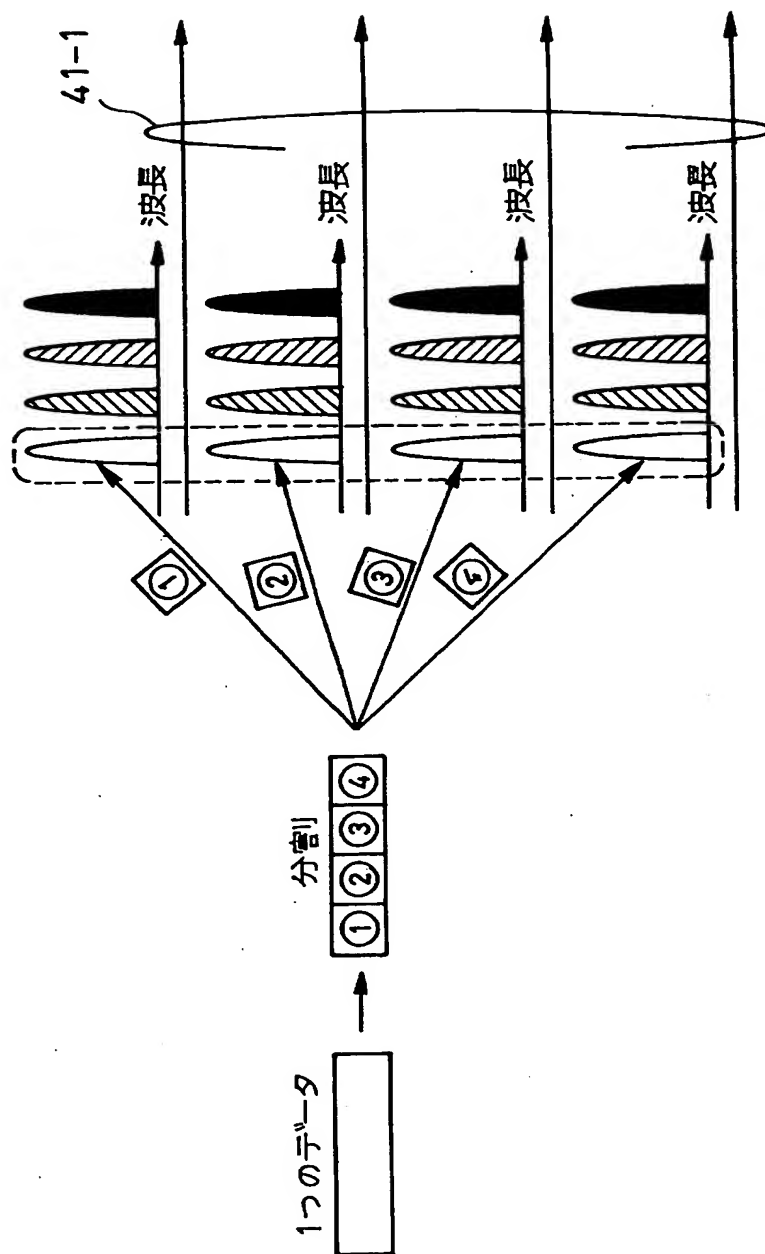
【図9】



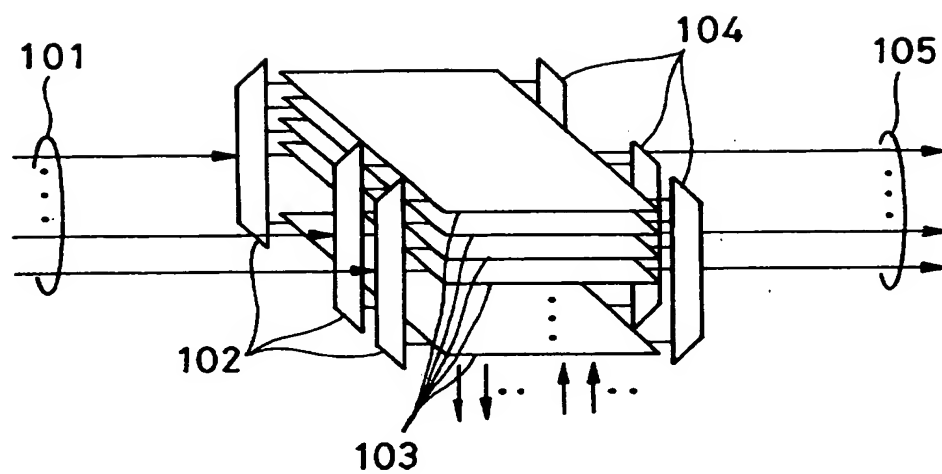
【図 1.0】



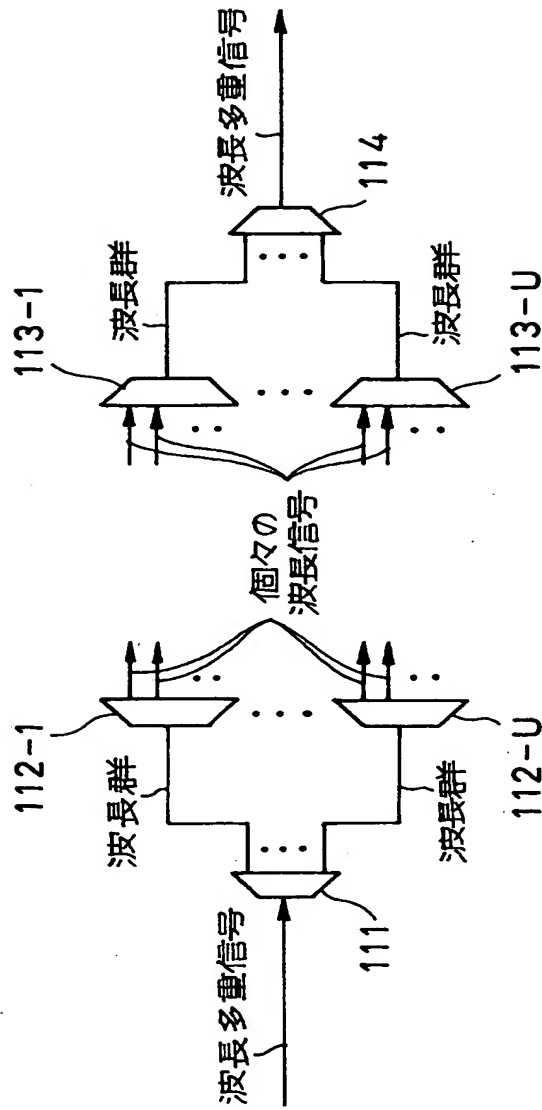
【図 11】



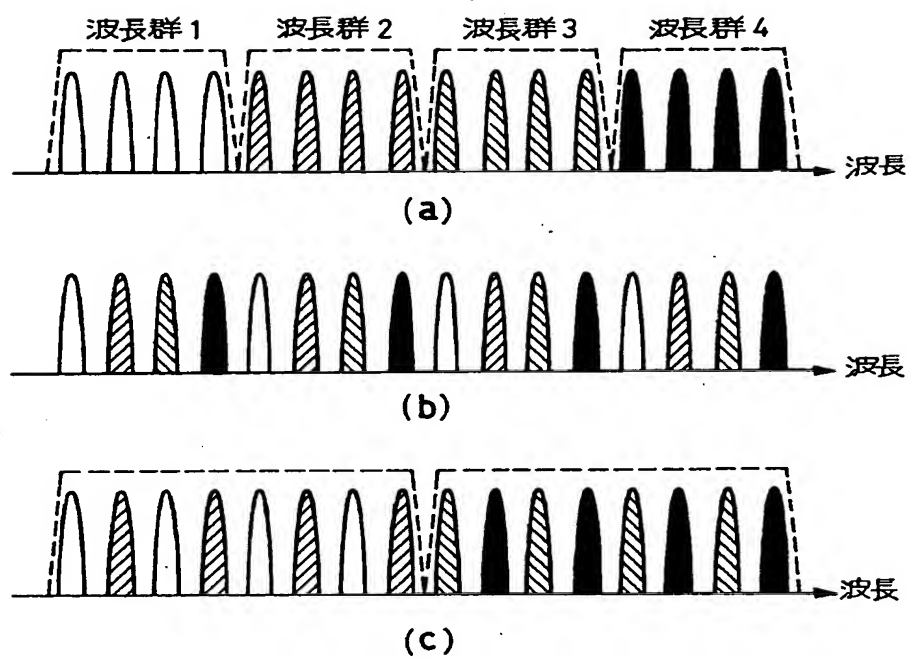
【図 1 2】



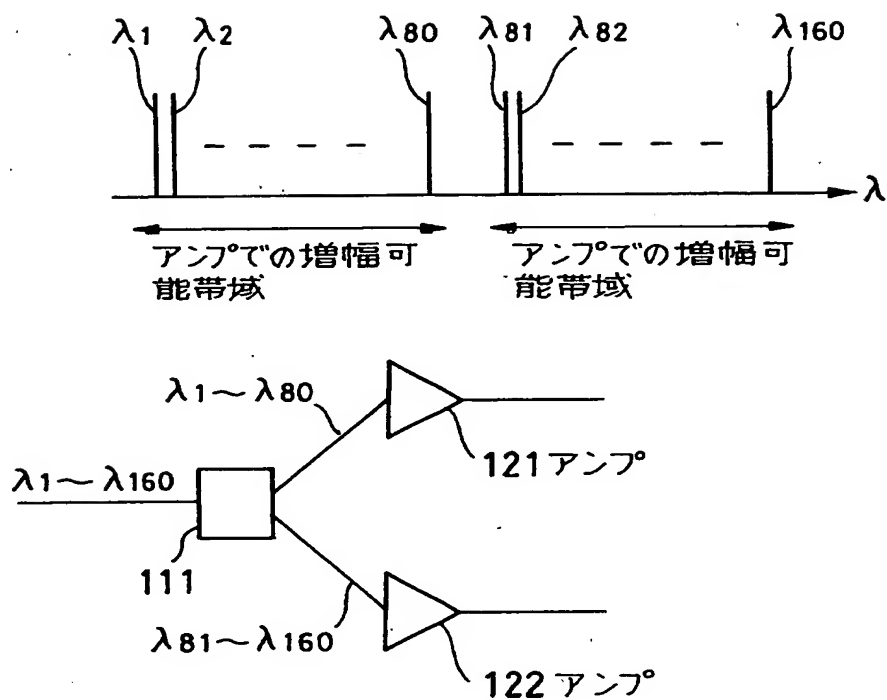
【図 13】



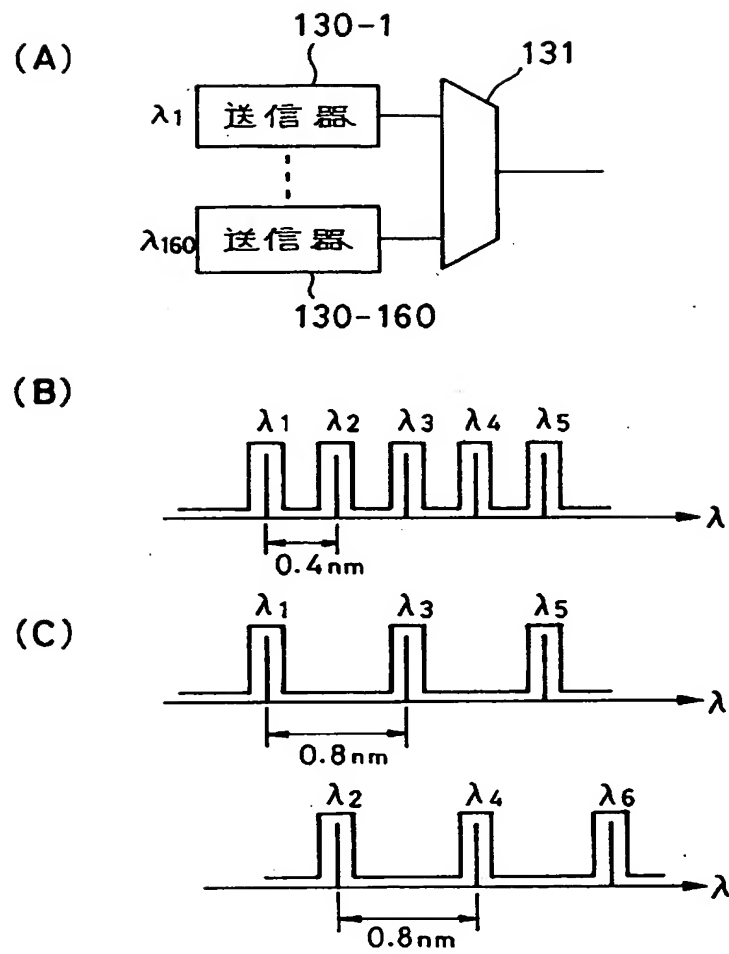
【図 1 4】



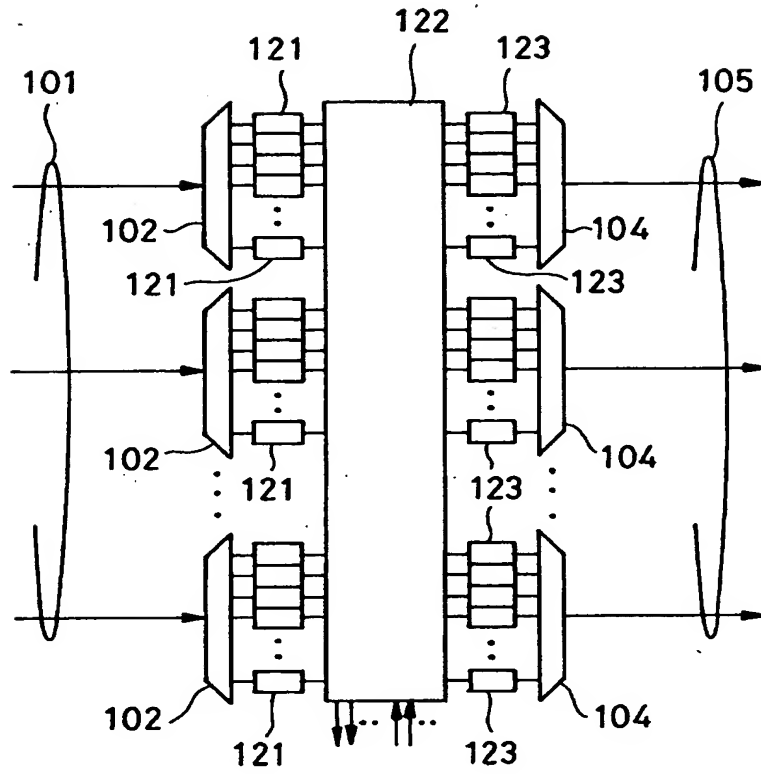
【図 1 5】



【図 16】



【図17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 波長多重信号を伝送するネットワークにおいて、信号劣化を抑制しかつ小規模に実現できる光クロスコネクタ装置を提供する。

【解決手段】 複数の光ファイバ1から入力される波長多重信号は、まず第1の光スイッチ2によって波長多重信号単位の切り替えが行われる。波長多重信号のうち、より粒度の細かい切り替えが必要な波長多重信号のみ、波長群分波器5によってそれぞれM個の波長群に分波され、第2の光スイッチ7-1～7-Mによって波長群単位の切り替えが行われる。波長群のうち、波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離が必要な波長群のみ、波長分波器10-1～10-Mによってそれぞれ個々の波長に分波され、第3の光スイッチ11-1～11-Mによって波長信号単位の切り替え及び信号の挿入分離が行われる。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区芝五丁目7番1号
氏 名	日本電気株式会社